

BAB III

ANALISIS DAN PERHITUNGAN

3.1 Analisis Sistem *Hydraulic Power Steering* pada Kendaraan AN140

Pembahasan ini penulis menjelaskan tentang analisis sistem *hydraulic power steering* yang digunakan pada kendaraan Toyota AN140 tipe G tahun 2015. Toyota AN140 atau di Indonesia lebih dikenal dengan nama Kijang Innova merupakan salah satu jenis mobil penumpang yang diproduksi dan dijual di Indonesia, mobil ini memiliki *engine* berkode 1TR-FE 4 *cylinder In-line*, 16 *valve* DOHC dengan *Dual VVT-I* yang menghasilkan daya 139 PS pada putaran 5600 rpm dan torsi maksimal mencapai 18.7 Kg.m pada putaran 4.000 rpm. Mobil ini memiliki *layout drivetrain* FR (front-engine rear drive) yaitu *engine* depan penggerak belakang.

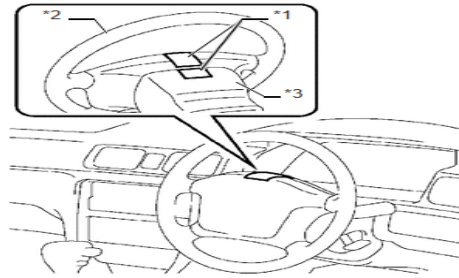
1) Jenis Sistem *Hydraulic Power Steering* Toyota AN140

Sistem kemudi yang digunakan kendaraan Toyota AN140 tipe G tahun 2015 yaitu menggunakan jenis *hydraulic power steering* tipe *rack and pinion*. Dimana kerja dari sistem ini mengandalkan tekanan *fluida* cair yang dibangkitkan oleh *vane pump* dibantu dengan putaran *engine* yang dihubungkan oleh *belt*/sabuk. Bertujuan untuk memberi tenaga tambahan pada kendaraan agar pengemudi dapat dengan mudah mengatur roda bagian depan untuk menggerakkan sistem kemudi dan tidak terasa berat.

2) Komponen Sistem *Hydraulic Power Steering* Toyota AN140

Komponen sistem *hydraulic power steering* Toyota AN140 yaitu terdiri dari *steering wheel*, *steering column*, *reservoir tank*, *vane pump*, *gear housing*, *tube/hose* dan *steering linkage*.

a. *Steering Wheel* Toyota AN140

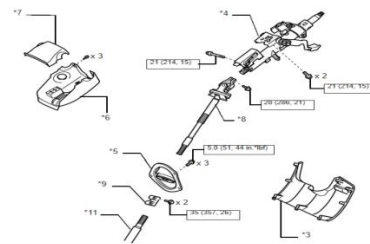


Gambar 3. 1 *Steering Wheel*

(Sumber: Repair Manual Toyota)

Steering wheel Toyota AN140 menggunakan jenis *steering wheel* baru yaitu *steering wheel cruise* audio volume *pad* tombol. Tipe ini memiliki fitur audio yang memudahkan pelayanan kemudi dengan tombol-tombol.

b. *Stering Column* Toyota AN140

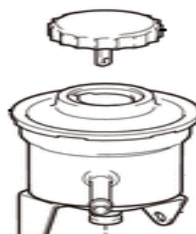


Gambar 3. 2 *Steering Column*

(Sumber: Repair Manual Toyota)

Steering column Toyota AN140 menggunakan jenis *steering column* yaitu *solid silicone rubber sealed type* yang mana pada tipe ini memiliki dua bagian atas dan bawah, yang disambungkan dengan *plastic pin*. Didalam main *shaft* bagian bawah diisikan silicon rubber dan braketnya dipasang *caster wedge*.

c. *Reservoir Tank* Toyota AN140

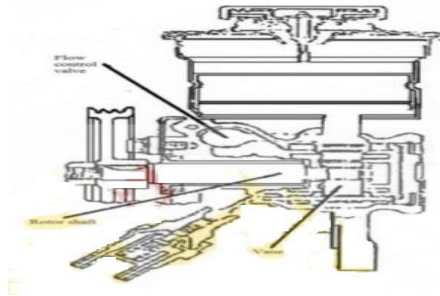


Gambar 3. 3 *Reservoir Tank*

(Sumber: Repair Manual Toyota)

Reservoir tank Toyota AN140 yang mana tipe sama seperti yang terdahulu sama karena masih berfungsi sebagai penampung oli *power steering*, tempat pengecekan volume oli dan filtrasi.

d. *Vane Pump* Toyota AN140



Gambar 3. 4 *Vane Pump*

(Sumber: Toyota Astra Motor, 1994 : 56)

Vane Pump Toyota AN140 ini menggunakan jenis pompa *rotary*. Pompa rotary ini menggunakan *vane* yang berbentuk *sliding blade*, karena didalam rotornya berbentuk *blade* yang bekerja karena gaya sentripugal (putar).

e. *Gear Housing* Toyota AN140

Gear housing Toyota AN140 ini, Didalam sistem *rack and pinion* terdapat *piston* dan *valve* (katup) yang bekerja sesuai tekanan oli yang disalurkan melalui *vane pump*, selain itu terdapat *seal-seal* yang berguna menahan tekanan oli

f. *Tube/Hose* Toyota AN140

Tube/Hose Toyota AN140 ini, memiliki kontruksi khusus oli bertekanan tinggi dari *vane pump* ke bagian *rack and pinion* dengan perputaran atau rotasi yang sangat cepat

g. *Steering Linkage* Toyota AN140

Steering linkage Toyota AN140 ini, menggunakan tipe *suspensi independent*

3.2 Analisis Perhitungan Putaran *Vane Pump* pada *Hydraulic Power Steering* Toyota AN140

Menghitung putaran pada *vane pump* pada *hydraulic power steering* Toyota AN140 dipengaruhi oleh kecepatan putaran *engine* (rpm) dimana pada putaran *idle* Toyota AN140 yaitu 731 rpm (n_1) dan putaran maksimum 5600 rpm. karena putaran *vane pump* dihubungkan dengan putaran *engine*, maka yang

berhubungan adalah *pulley crankshaft* (d_1) dengan diameter 146 mm dan *pulley vane pump* (d_2) dengan diameter 121 mm.

- 1) Maka untuk menghitung putaran *vane pump* pada *hydraulic power steering* Toyota AN140 saat *idle* (n_1) dan putara maksimum dapat dihitung sebagai berikut:

$$n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2$$

- a. Saat putaran 731 rpm

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

$$n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2$$

$$731 \text{ rpm} \times 14,6 \text{ cm} = n_2 \times 12,1 \text{ cm}$$

$$\frac{731 \text{ rpm} \times 14,6 \text{ cm}}{12,1 \text{ cm}} = n_2$$

$$n_2 = 882,03 \text{ rpm}$$

- b. Saat putaran 5600 rpm

$$n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2$$

$$5600 \text{ rpm} \times 14,6 \text{ cm} = n_2 \times 12,1 \text{ cm}$$

$$\frac{5600 \text{ rpm} \times 14,6 \text{ cm}}{12,1 \text{ cm}} = n_2$$

$$n_2 = 6757,02 \text{ rpm}$$

Maka putaran *vane pump* saat *engine idle* sebesar 882,03 rpm dan putaran *vane pump* saat putaran *engine* maksimum sebesar 6757,02 rpm.

3.3 Analisis Perhitungan Kecepatan Aliran *Fluida* Dalam *Tube/Hose* Pada *Hydarulic Power Steering* Toyota AN140

Menghitung kecepatan *fluida* dalam *tube/hose* pada *hydraulic power steering* kendaraan Toyota AN140 dipengaruhi oleh putaran *engine* (rpm) yang dihubungkan ke *vane pump*. Pada saat putaran *engine* rendah atau antara 650-1250 rpm, besar debit aliran *fluida* pada *hydraulic power steering* berdasarkan buku New Step 2, 1996: hlm 3-21 yang keluar dari katup adalah 6,6 l/m atau 6,6

dm³/m (*Qk*). Sedangkan saat putaran *engine* tinggi antara 2500 rpm lebih, debit aliran *fluida* pada *hydraulic power steering* berdasarkan buku New Step 2, 1996: hlm 3-21 yang keluar dari katup adalah 3,3 l/m atau 3,3 dm³/m (*Qk*), dengan diameter *tube/hose* adalah 6,5 mm maka jari-jari 3,25 mm.

- 1) Maka untuk menghitung kecepatan aliran *fluida* pada *hydraulic power steering* (*Vp*) Toyota AN140 saat putaran *engine* (rpm) rendah dan tinggi dapat dihitung sebagai berikut:

$$Vp = \frac{Qk}{\pi \times r^2}$$

- a. Saat putaran *engine* 650-1250 rpm

$$\begin{aligned} Vp &= \frac{Qk}{\pi \times r^2} \\ &= \frac{0,011 \text{ m}^3/\text{s}}{3,14 \times (0,00325 \text{ m})^2} \\ &= \frac{0,011 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0003316 \text{ m}^2} \\ &= 331,72 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- b. Saat kecepatan tinggi putaran *engine* 2500 rpm lebih

$$\begin{aligned} Vp &= \frac{Qk}{\pi \times r^2} \\ &= \frac{0,0055 \text{ m}^3/\text{s}}{3,14 \times (0,00325 \text{ m})^2} \\ &= \frac{0,0055 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0003316 \text{ m}^2} \\ &= 165,86 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Maka kecepatan *fluida* dalam *tube/hose* pada *hydraulic power steering* Toyota AN140 saat *engine* (rpm) putaran rendah adalah 331,72 m/s, sedangkan saat putaran *engine* (rpm) tinggi adalah 165,86 m/s.

3.4 Analisis Perhitungan Besar Gaya Dorong *Power Piston* Pada *Hydraulic Power Steering* Toyota AN140

Menghitung besar gaya dorong *power piston* pada *hydraulic power steering* kendaraan Toyota AN140 dipengaruhi oleh tekanan maksimum *vane pump* (P_p). Berdasarkan buku New Step 2, 1996: hlm. 3-11 besar tekanan maksimum *vane pump* adalah $72-82 \text{ kg/cm}^2$ dan luas penampang *power silinder* (A_p) dengan diameter 55 mm maka jari-jari dari *power silinder* adalah 27,5 mm.

- 1) Maka untuk menghitung besar gaya dorong *power piston* pada *hydraulic power steering* Toyota AN140 dapat dihitung sebagai berikut:

$$F_p = P_p \times A_p$$

$$F_p = P_p \times \pi r^2$$

$$= 82 \text{ kg/cm}^2 \times 3,14 \times (2,75 \text{ cm})^2$$

$$= 1.946,54 \text{ kg atau } 19.465,4 \text{ N}$$

Maka besar gaya dorong *power piston* pada *hydraulic power steering* Toyota AN140 adalah $19.465,4 \text{ N}$

3.5 *Traubleshooting Sistem Hydraulic Power Steering*

Suatu komponen akan mengalami penurunan kinerja karena beberapa faktor seperti kurangnya perawatan dari pemilik kendaraan tersebut, berikut adalah permasalahan yang sering terjadi pada *power steering hydraulic* :

Tabel 3.1 Gejala Permasalahan

Gejala	Area Yang Diduga
<i>Steering terasa berat</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ban (tekanan udara kurang dari spesifikasi) • <i>Alignment</i> roda depan (tidak sesuai spesifikasi) • <i>Volume level</i> oli <i>power steering</i> (kurang) • <i>Suspension ball joint</i> (aus) • <i>Joint</i> sistem <i>steering</i> (aus) • <i>Power steering vane pump</i> • <i>Power steering link assembly</i>
<i>Poor returnt</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ban (tekanan udara kurang dari spesifikasi) • <i>Alignment</i> roda depan (tidak tepat) • <i>Steering column</i> (memebelit) • <i>Power steering link assembly</i>
<i>Free play berlebihan</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Suspension ball joint</i> (aus) • <i>Joint</i> sistem <i>steering</i> (aus) • <i>Intermendiate shaft sliding yoke</i> (aus) • <i>Front wheel bearing</i> • <i>Power steering lin assembly</i>
Suara tidak normal	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tube/hose</i> (tersumbat) • <i>Volume level</i> oli <i>power steering</i> (kurang) • <i>Joint</i> sistem <i>steering</i> (aus) • <i>Power steering vane pump</i> • <i>Power steering link assembly</i>

(Sumber: Toyota Manual Repair)

3.6 Perawatan Sistem *Hydraulic Power Steering*

Berdasarkan troubleshooting di atas perawatan pada suatu sistem kendaraan merupakan upaya untuk menjaga agar sistem *power steering* memiliki umur ke ausan lama. Salah satu cara untuk merawat suatu sistem pada kendaraan, yaitu dengan menggunakan kendaraan tersebut sesuai dengan fungsinya. Pengemudi harus dapat mengetahui cara menggunakan sistem *hydraulic power steering* dengan baik dan benar seperti:

- Selalu menjaga tekanan udara pada ban kendaraan sesuai spesifikasi pabriknya
- Menjaga kebersihan mobil terutama bagian bawah agar komponen *boot/karet* pada *tie rod* terjaga dan kotoran atau pasir tidak masuk kedalam sistem *hydraulic power steering*
- Pada saat pengemudi sedang membelokan roda kemudi tidak menahan roda kemudi sampai patah dalam waktu yang terlalu lama
- Menjaga kualitas oli *power steering* di dalam *reservoir tank* serta melihat volume olinya